ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA QUALITÉ DES EAUX DES LACS DU RÉSEAU TADPA - QUÉBEC

JOHN HAEMMERLI

Environnement Canada

Direction générale des eaux intérieures

1141, route de l'Eglise, 8^{e} étage

C.P. 10100

Sainte-Foy (Québec)

G1V 4H5

Titre courant: ÉVOLUTION TEMPORELLE, RÉSEAU TADPA - QUÉBEC

Résumé

Environnement Canada opère depuis 1983 un réseau d'échantillonnage destiné à détecter des tendances dans l'acidification des écosystèmes aquatiques situés dans la partie québécoise du bouclier canadien. La raison d'être du réseau est l'obtention de séries de paramètres physico-chimiques de sorte qu'on puisse détecter des changements après 7 à 10 ans d'opération, advenant une réduction des émissions de polluants. L'échantillonnage comprend 35 stations réparties sur une bande de 150 km de large au nord du fleuve Saint-Laurent. Après 3 ans (18 valeurs), on note une augmentation des concentrations de sulfates pour les lacs situés sur le versant ouest du massif des Laurentides au nord de Québec, alors qu'elles demeurent stables pour le reste du territoire couvert. Le pH diminue de manière générale pour l'ensemble des stations temporelles, d'environ 0,5 à 0,7 unité. Les valeurs d'alcalinité sont trop erratiques pour permettre de tirer des conclusions quant à leur évolution. Une comparaison avec les données du lac Laflamme, un bassin calibré échantillonné de façon hebdomadaire depuis 5 ans, confirme le comportement des sulfates mais les valeurs de pH au lac Laflamme ne démontrent aucune tendance à la baisse.

Il n'est pas possible de relier l'évolution de la qualité des eaux de surface telle que mise en évidence par le réseau à une quelconque augmentation des charges atmosphériques puisque les concentrations sont fortement influencées par les conditions hydrométéorologiques.

Abstract

Environment Canada began in 1983 a sampling network designed to determine trends of acidification in aquatic ecosystems located on the Canadian Shield in the province of Quebec. The aim of the network is to collect physico-chemical data sets so as to be able to detect changes in water quality after emission reductions, if they occur, within a period of 7 to 10 years of operation. The monitoring network is comprised of 35 stations located within a 150 km wide strip on the north shore of the St. Lawrence River. After 3 years (18 values), an increase in sulfate concentrations in lakes located on the western slope of the Laurentian highlands north of Quebec City is observed although concentrations remain unchanged in other regions. pH values decrease for all temporal stations, by 0,5 to 0,7 unit. Alkalinity determinations are too erratic to draw any conclusion about their evolution. When comparing data with those of Lac Laflamme, a calibrated watershed sampled weekly for the last five years, sulfate series show the same increase, but pH values remain unchanged.

It is not possible to relate the surface water quality changes as evidenced by the network to an increase in atmospheric loadings, since the concentrations are highly influenced by hydrometeorological conditions.

Introduction

Dans le cadre du transport à distance de polluants aéroportés (TADPA), des négociations sont en cours entre le Canada et les Etats-Unis, qui visent à réduire les émissions de polluants à la source. Environnement Canada, par l'entremise de la Direction générale des eaux intérieures (DGEI), a mis sur pied un réseau d'échantillonnage de la qualité des eaux de surface.

Après 3 ans d'opération (18 tournées), une première compilation des séries de données permet de mettre en évidence certains comportements des variables de qualité, qui sont toutefois difficiles à intrepréter, étant donné que l'échantillonnage n'a pas été élaboré pour éclairer des processus fondamentaux. Il est conçu pour mettre en évidence des tendances dans l'évolution des variables de qualité (physico-chimie) des eaux de surface après 7 à 10 ans d'opération, advenant une réduction des émissions (Bobée et al., 1983, Haemmerli, 1983).

Quelques aspects de la conception et de l'opération de la partie québécoise du réseau sont présentés rapidement. On présente ensuite l'évolution de 4 variables de qualité pour 3 stations d'échantillonnage du réseau et on discute de l'évolution des concentrations de sulfates et du pH pour l'ensemble des stations temporelles.

Conception du réseau TADPA - Québec

OBJECTIF

L'objectif du réseau est la détection de tendances dans l'évolution de l'acidification des eaux de surface du Québec, dans le temps et dans l'espace pour différentes conditions de charges atmosphériques et de sensibilité du territoire.

CONCEPTS ET CONCEPTION

La conception du réseau est présentée en détails dans Bobée et al. (1983) et Haemmerli (1983). Quelques aspects sont rappelés ici pour une meilleure compréhension de la suite du texte.

Un inventaire physico-chimique de 185 lacs de tête du bouclier canadien, situés entre la rivière des Outaouais et le Saguenay, constituait la banque de données nécessaire à l'élaboration du réseau (projet Inventaire).

Dans le cas des eaux lacustres non influencées par les interventions humaines, la capacité de neutralisation dépend en grande partie des caractéristiques géologiques et géomorphologiques qui ont un caractère régional prononcé. Il est possible de subdiviser la région en sous-régions homogènes de faible variabilité pour les variables reliées aux objectifs du réseau.

Les zones homogènes (5) ont été délimitées par analyse multivariée portant sur les 4 variables de qualité jugées les plus pertinentes:

- l'alcalinité, qui détermine en grande partie la capacité de neutralisation du milieu;

- le pH, qui caractérise le niveau d'acidité du lac;

- la somme des concentrations des ions calcium et magnésium, considérée comme représentative de la somme des cations et indicatrice de la minéralisation, donc de la sensibilité des eaux de surface;

- faute de disposer de données adéquates, les sulfates dans les eaux de surface sont susceptibles de représenter les apports atmosphériques de substances acidifiantes.

On observe une diminution importante de la minéralisation des eaux de l'ouest (région 5) vers l'est du territoire (région 1). L'alcalinité y passe de 500 à 20 μeq/l et les sulfates de 180 à 80 μeq/l, en moyenne.

Chaque zone s'est vue attribuer ensuite des densités relatives de stations dites temporelles (faible densité, grande fréquence) et de stations dites spatiales (plus grande densité, faible fréquence). Un compromis permettait alors l'élaboration d'un réseau unique limité à un nombre fixé d'échantillons par année (Bobée et al., 1983).

OPERATION DU RESEAU TADPA - QUEBEC

L'échantillonnage des stations du réseau TADPA - Québec a débuté en mai 1983, juste après la fonte printanière. L'année d'échantillonnage débute avec cette tournée pour se terminer juste avant la fonte suivante, fin mars - début avril.

La fréquence est de 6 tournées par année, à intervalles constants de 2 mois pour les stations temporelles; de 2 tournées par année pour les stations spatiales, au printemps et en hiver jusqu'en 1984, au printemps et en automne par la suite.

Après 9 tournées (en décembre 1984), les analyses ont été transférées du Laboratoire national de Burlington au Laboratoire régional de Longueuil, sauf les métaux (Al, Mn, Fe).

Le réseau comprenait à l'origine 30 stations réparties en 10 temporelles et 20 spatiales. Ce nombre a depuis été porté à 35 (12 et 23) et le lac Laflamme, un bassin calibré suivi par Environnement Canada (Papineau, 1986) sert de station de contrôle et fait implicitement partie du réseau.

Les variables de qualité analysées comprennent les ions majeurs (alcalinité (Gran et totale), sulfates, chlore, nitrites et nitrates (NO_x), pH, calcium, magnésium, sodium, potassium, ammonium), les carbones organique et inorganique dissous, des métaux (aluminium, manganèse, fer), la silice, la couleur et la conductivité. Elles sont déterminées à partir d'un échantillon intégré de 0 à 5m en surface (ou jusqu'à 2m du fond si la profondeur est inférieure à 7m) et conformément au Manuel des Méthodes Analytiques (Environnement Canada, 1981). Des mesures de terrain (pH, température, conductivité et oxygène dissous) sont également prises lors de l'échantillonnage, à 0,5m et 5m de même qu'à 1m du fond.

Résultats

GENERALITES

Au 3 avril 1986, 3 années complètes de données (18 tournées) sont disponibles pour 9 des 12 stations temporelles. L'analyse fait abstraction des sites introduits après un an d'opération (deux nouvelles stations et une substitution), même si certains résultats figurent à titre indicatif dans les tableaux.

On examine ici les 4 variables de qualité qui ont servi à l'élaboration de la structure du réseau (la somme des concentrations de calcium et magnésium, l'alcalinité, les sulfates et le pH).

Les données ont été validées par la vérification de l'écart de bilan ionique, de l'écart de conductivité, en reconstituant parfois l'alcalinité (à l'aide du pH et du carbone inorganique dissous) et en vérifiant l'appartenance de valeurs douteuses à une série au moyen d'un critère statistique ($\pm$ 3 écarts type).

Les références à l'écoulement annuel, aux apports d'origine atmosphérique, au couvert de neige et autres données météorologiques et hydrologiques proviennent des travaux de Papineau (1986) au lac Laflamme.

Cycles annuels et évolution des données à 3 stations du réseau (lacs Chevreuil, Chômeur et Bonneville)

CALCIUM ET MAGNESIUM (CaMg)

Les cycles annuels sont très évidents, de la dilution due à la fonte, jusqu'à la forte minéralisation due à la contribution de l'écoulement souterrain l'hiver (figures 1, 2 et 3). L'amplitude du cycle annuel et la concentration moyenne semblent augmenter de 1983 à 1985, sauf pour Bonneville. Cette évolution est confirmée par l'examen des valeurs de silice et traduit la variation de la contribution relative de l'écoulement souterrain. L'amplitude annuelle des variations reflète

l'importance de la contribution de l'écoulement souterrain, mais dépend également de la composition des dépôts meubles. Chômeur et Bonneville ont tous les deux la même assise géologique, la mangérite (Gamache et al., 1986); mais la silice varie beaucoup moins pour Chômeur que pour Bonneville, indiquant un apport plus important de l'écoulement souterrain. Par contre, les valeurs (et l'amplitude des variations) de CaMg et de l'alcalinité sont plus élevées pour Chômeur (les dépôts meubles de ce bassin ont été produits en partie de diorite, roche plus altérable que la mangérite, et déplacés par la dernière glaciation).

Le maximum de contribution de l'écoulement souterrain de fin mars 1985 correspond à la fin d'une année très sèche, et également au plus important déficit en oxygène des 3 hivers pour Bonneville et Chômeur.

La concordance des valeurs analysées par les 2 laboratoires est très bonne.

ALCALINITE

Les données d'alcalinité totale sont discutées ci-dessous, l'alcalinité Gran n'ayant pas été fournie par le premier laboratoire. Les séries sont très erratiques pour les lacs moyennement et peu minéralisés, la variabilité diminuant pour les résultats du second laboratoire et la concordance entre laboratoires est mauvaise. Dans

la plupart des cas, les écarts de bilan ionique élevés sont dus à des valeurs erronées d'alcalinité.

- Lac Chevreuil: pas de cycle apparent, l'alcalinité semble diminuer de 1983 à 1985. La valeur haute de la tournée 13 (printemps 1985) est difficile à expliquer, sauf peut-être par un mélange complet en mai (ce que CaMg ne confirme pas).

- Lac Chômeur: les valeurs suivent le cycle annuel de CaMg ce qui implique une même source; les dépôts meubles. Ce bassin est caractérisé par une importante contribution de l'écoulement souterrain.

- Lac Bonneville: pas de cycle apparent, valeurs très faibles, habituellement ≤ 30 μeq/l. L'alcalinité est nulle le 3 avril 1986, avant le pic de fonte printanière.

SULFATES

Seuls les sulfates analysés par colorimétrie sont discutés ci-dessous, étant donné que le Laboratoire de Burlington ne fournissait que les résultats de cette méthode d'analyse.

Leur traitement nécessite la connaissance des apports atmosphériques (non disponibles pour une partie de 1985 et 1986).

L'évolution des concentrations reflète l'influence du temps de renouvellement des eaux (donc le volume du lac disponible pour neutraliser un apport), et pourrait de plus être affectée par des processus dans le bassin versant (ab- ou adsorption et relargage dans les sols, par exemple) (Cronan (1980), Foster (1985)).

- Lac Chevreuil: les pics qui affectent la couche superficielle du lac Chevreuil ne sont plus perceptibles à la tournée suivante (temps de renouvellement estimé de 150 mois). Aucune évolution particulière perceptible.

- Lac Chômeur: les oscillations ont une période de 4 tournées (8 mois) pour un temps de renouvellement estimé de 11 mois.

- Lac Bonneville: il n'y a pas de patron clair (2 oscillations superposées de période de 3 et 6 tournées) pour un temps de renouvellement estimé à 6,5 mois.

Pour les 2 derniers lacs, toute la colonne d'eau est échantillonnée (ou presque) et est sujette à une anoxie relativement prononcée sous couvert de glace au moins 2 hivers sur 3, sans qu'il n'y ait diminution marquée des concentrations de sulfates (ni d'ailleurs d'augmentation du pH). Tous les deux présentent une forte augmentation des sulfates de 1983 à 1985.

pH

Le pH intègre une somme de processus telle que l'interprétation des cycles n'est pas proposée dans le cadre de ce travail. L'examen de l'évolution des concentrations d'autres variables (nitrates, ammoniaque, fer) devrait permettre de mieux cerner les causes de ces variations.

En mai-juin 1983 (après la fonte), les valeurs de pH étaient sensiblement plus élevées que lors du projet Inventaire (janvier à mars 1982), ce qui pourrait être expliqué par la succession des événements suivants:

- 1981 très forte charge de sulfates
- 1981-82 année hydrologique sèche
- 1982-83 année très humide, charge peu élevée.

Ensuite, les écoulement des années subséquentes restent au-dessous de la normale, pour une charge moyenne et plus ou moins constante. Ce qui pourrait expliquer une augmentation des concentrations de sulfates et une diminution du pH.

Pour les 3 lacs, le pH diminue et présente 2 paliers, séparés à la fin de 1984. Le changement de laboratoire ne devrait pas être responsable de cet effet, puisqu'on observe une bonne concordance pour les 2 tournées communes à Burlington et Longueuil.

Discussion pour l'ensemble des stations temporelles

MINERALISATION

La périodicité des variables de minéralisation est fonction du cycle hydrologique annuel. La différence d'amplitude d'un bassin à l'autre dépend du temps de renouvellement des eaux et de l'importance des dépôts meubles.

La persistance des concentrations est fonction de la persistance de l'écoulement et du taux de renouvellement des eaux. Les bassins qui renouvellent fréquemment leurs eaux sont de meilleurs indicateurs de changement à court terme.

L'interprétation de l'évolution des variables de minéralisation requiert donc la connaissance quantitative et qualitative des composantes (réserves et cheminements) du cycle hydrologique de chaque bassin. L'acquisition de cette information n'est pas complétée et les bassins ne sont pas jaugés.

SULFATES ET pH

Les sulfates sont en grande partie d'origine atmosphérique et ne suivent donc pas le même cycle que les variables précédentes. On ne note aucun changement significatif des concentrations de sulfates pour les lacs très minéralisés de l'ouest (David, Blais, Chevreuil) et pour 2 lacs situés plus à l'est (Eclair, Lagou), (tableau 1). Ces lacs ont un temps de renouvellement des eaux élevé (>3 ans), sauf Lagou (18 mois).

D'un autre côté, les lacs pour lesquels on note un changement important des concentrations de sulfates ont tous un temps de renouvellement inférieur à 15 mois, mais présentent également une teneur en matière organique plus élevée. Mais les sulfates déterminés par colorimétrie et chromatographie suivent des évolutions suffisamment parallèles pour que la tendance ne soit pas attribuable à un effet de couleur ou de matière organique. Ils sont situés sur le versant ouest du massif des Laurentides au nord de Québec (sauf Thomas) et le relief régional est toujours orienté ouest-sud-ouest. L'altitude de ces bassins est élevée et les précipitation importantes (de 900 à 1 300mm contre 600 à 900mm dans l'ouest). Les 2 lacs qui ne sont pas affectés sont situés sur des versants orientés est-nord-est.

Les données du lac Laflamme, un bassin calibré échantillonné de façon hebdomadaire par Environnement Canada, confirment l'augmentation des concentrations de sulfates, mais démontrent une grande stabilité pour les valeurs de pH (Papineau, 1986).

Les pH diminuent de façon significative pour l'ensemble du territoire couvert par le réseau (tableau 2). On peut donc supposer qu'il y a eu augmentation de la charge acide à chaque lac, ou accumulation, compte tenu des écoulements annuels.

Il n'y a donc pas concordance des réponses entre les concentrations de sulfates et le pH. L'utilisation des concentrations de sulfates dans l'eau comme substitut des apports acides d'origine atmosphérique ne permet pas de juger adéquatement de l'évolution de ces apports et complique ainsi l'interprétation.

Conclusion

La connaissance quantitative et qualitative des composantes du cycle hydrologique de chaque bassin est une condition nécessaire à l'interprétation de l'évolution de la qualité des eaux de surface dans le cadre des processus d'acidification. La connaissance de l'évolution de l'ensemble des ions majeurs, ainsi que de la silice et de la couleur devraient permettre de mieux cerner les caractéristiques du cycle hydrologique de chacun des bassins, en l'absence de système de jaugeage.

L'évolution des variables de minéralisation dépend du cycle hydrologique annuel, de l'importance et de la composition des dépôts meubles. Les concentration augmentent de 1983 à 1985, traduisant l'augmentation relative de la contribution souterraine.

L'augmentation des concentrations de sulfates et la diminution du pH traduisent bien un effet vers l'acidification des eaux de surface. Mais sulfates et pH ne donnent pas le même type de réponse. Les sulfates sont modulés par le volume et le renouvellement des eaux du lac, et peut-être par des interactions dans le bassin versant.

L'utilisation des concentrations de sulfates comme substitut des apports d'origine atmosphérique n'est pas appropriée. Un réseau d'échantillonnage de la qualité des précipitations est nécessaire à l'interprétation de l'évolution de l'acidification des eaux de surface (recherche de la cause du changement).

L'addition d'autres variables de qualité (Na, K, Cl, NO_x, NH_4, Fe) à l'interprétation permettra certainement une analyse un peu plus raffinée de l'évolution de la qualité des eaux aux 12 stations temporelles du réseau TADPA-Québec. L'introduction des données des stations spatiales servira aux mêmes fins, en plus d'autoriser une extension régionale des résultats.

Références

Bobée, B., M. Lachance, J. Haemmerli, A. Tessier, J.Y. Charette et J. Kramer. 1983. Evaluation de la sensibilité à l'acidification des lacs du Sud du Québec et incidences sur le réseau d'acquisition de données. Environnement Canada, DGEI-Q, 198 p., 4 ann., 1 app.

Cronan, C.S. 1980. Solution chemistry of a New Hampshire subalpine ecosystem: a bio-geochemical analysis. Oikos 34: 272-281.

Environnement Canada. 1981. Analytical Method Manual. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada, 480 p.

Foster, N.W. 1985. Acid precipitation and soil solution chemistry within a maple-birch forest in Canada. For. Ecol. Manage. 12: 215-231.

Gamache, D., I. Giroux, J. Haemmerli, L. Drolet. 1986. Données morphométriques et bio-physiques des bassins des lacs du réseau TADPA-Québec. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures. Document de travail.

Haemmerli, J. 1983. Principales caractéristiques du réseau TADPA de qualité des eaux de surface - volet québécois. Environnement Canada, DGEI-Q, rapport interne.

Papineau, M. 1986. Les bilans chimique et hydrologique du lac Laflamme (Forêt Montmorency). Exposé présenté à la première conférence internationale des limnologistes d'expression française, 20-23 juillet 1986, Québec, Canada.

Tableau 1 Evolution temporelle des sulfates

Région:	- Région du réseau
Stations temporelles:	- Noms des stations temporelles échantillonnées
Durée:	- Durée de l'échantillonnage
N:	- Nombre de mesures par station (N = 19 ou 20 pour 9 lacs échantillonnés 3 ans, N = 15 pour 3 lacs échantillonnés 2 ans)
SO_4 moyen:	- Valeur moyenne des concentrations de sulfates en μeq/l
Ecart type:	- En μeq/l
Constante, pente:	- La régression linéaire est une équation du type: $SO_4 = A + BT$ où: A = Constante (sulfates au temps zéro) B = Pente T = Tournée d'échantillonnage (temps)
R, R^2:	- Coefficients de corrélation et de détermination
α	- Niveau de signification du coefficient de corrélation: test unilatéral pour 6 valeurs de α (H_o: R = 0)
Evolution:	- Evolution des sulfates pour la période échantillonnées (Pente * (Nombre de tournées-1)), si R est significatif
DOC:	- Classes des valeurs de carbone organique dissous les plus fréquentes en mg/l C
Couleur:	- Intervalles de variation des valeurs de couleurs les plus fréquentes
Tr:	- Temps de renouvellement des eaux (estimé), mois

TABLEAU 1: CORRÉLATIONS SULFATES/TEMPS

Région	Stations temporelles	Durée	N	SO_4 moyen	Écart type	Constante	Pente	R	R^2	α	Évolution	DOC	Couleur	Tr
5	David	3 ans	20	162,0	8,0	163,29	-0,134	-0,085	0,007	Non signif.		3-4	5-20	48
	Blais	3 ans	20	171,4	8,9	174,91	0,367	0,208	0,043	Non signif.		2-3	5-15	176
4	Chevreuil	3 ans	19	125	8,7	126,83	-0,189	-0,113	0,013	Non signif.		2-3	5-20	150
	Kidney	(2 ans)	15	166,5	8,5	177,78	-0,959	-0,410	0,168	0,100	-11,0/2 ans	4-5	10-30	9
3	Chômeur	3 ans	19	88,8	12,5	67,88	2,186	0,911	0,829	0,0005	+ 37	3-4	10-30	11
	Thomas	3 ans	20	70,7	7,47	61,55	0,948	0,643	0,413	0,005	+ 16	3-4	5-20	14
	Nolette	(2 ans)	15	105,23	27,8	118,46	1,121	0,147	0,022	Non signif.		5-6	25-40	13
2	Éclair	3 ans	20	85,9	8,8	85,66	0,134	0,077	0,006	Non signif.		1-3	5-10	95
	Lemaine	3 ans	20	108,5	12,4	89,18	1,989	0,827	0,685	0,0005	+ 34	5-6	25-45	8,4
	De la Truite Rouge	(2 ans)	15	123,93	11,6	107,65	1,462	0,596	0,355	0,005	+17/2 ans	3-4	10-30	7,4
1	Lagou	3 ans	20	85,6	19,3	81,17	0,665	0,174	0,030	Non signif.		1-2	0-10	18
	Bonneville	3 ans	20	87,0	22,8	58,28	2,996	0,665	0,442	0,001	+ 51	3-4	20-35	6,5

Tableau 2 Evolution temporelle du Ph

Région:	- Région du réseau
Stations temporelles:	- Noms des stations temporelles échantillonnées
Durée:	- Durée de l'échantillonnage
N:	- Nombre de mesures par station (N = 20 pour 9 lacs échantillonnés 3 ans, N = 15 pour 3 lacs échantillonnés 2 ans)
pH moyen:	- pH moyen
Ecart type:	- Ecart type des valeurs de pH
Constante, pente:	- La régression linéaire est une équation du type: pH = A + BT où: A = Constante (pH au temps zéro) B = Pente T = Tournée d'échantillonnage (temps)
R, R^2:	- Coefficients de corrélation et de détermination
α:	- Niveaux de signification du coefficient de corrélation: test unilatéral pour 6 valeurs de α (H_o: R = 0)
Diminution:	- Diminution du pH pour la période échantillonnée (Pente * (Nombre de tournées - 1)), si R est significatif

TABLEAU 2: CORRÉLATIONS pH/TEMPS

Région	Stations temporelles	Durée	N	pH moyen	Écart type	Constante	Pente	R	R^2	α	Diminution 3 ans (2 ans)
5	David	3 ans	20	7,23	0,31	7,545	-0,033	-0,540	0,291	0,010	-0,6
	Blais	3 ans	20	7,12	0,31	7,387	-0,028	-0,459	0,211	0,025	-0,5
4	Chevreuil	3 ans	20	6,92	0,32	7,240	-0,033	-0,527	0,278	0,010	-0,6
	Kidney	(2 ans)	15	6,78	0,46	7,546	-0,065	-0,521	0,271	0,025	(-0,8)
3	Chômeur	3 ans	20	6,70	0,33	7,042	-0,035	-0,545	0,297	0,010	-0,6
	Thomas	3 ans	20	6,74	0,42	7,267	-0,055	-0,671	0,450	0,001	-0,9
	Nolette	(2 ans)	15	6,46	0,40	6,853	-0,033	-0,305	0,093	Non signif.	
2	Éclair	3 ans	20	6,40	0,33	6,793	-0,041	-0,621	0,385	0,005	-0,7
	Lemaine	3 ans	20	6,00	0,32	6,280	-0,029	-0,454	0,206	0,025	-0,5
	De la Truite Rouge	(2 ans)	15	6,05	0,20	6,287	-0,020	-0,356	0,126	0,100	(-0,2)
1	Lagou	3 ans	20	5,84	0,29	6,184	-0,036	-0,638	0,407	0,005	-0,6
	Bonneville	3 ans	20	5,32	0,31	5,719	-0,042	-0,677	0,459	0,001	-0,7

LAC CHEVREUIL, STATION TEMPORELLE, RÉGION 4

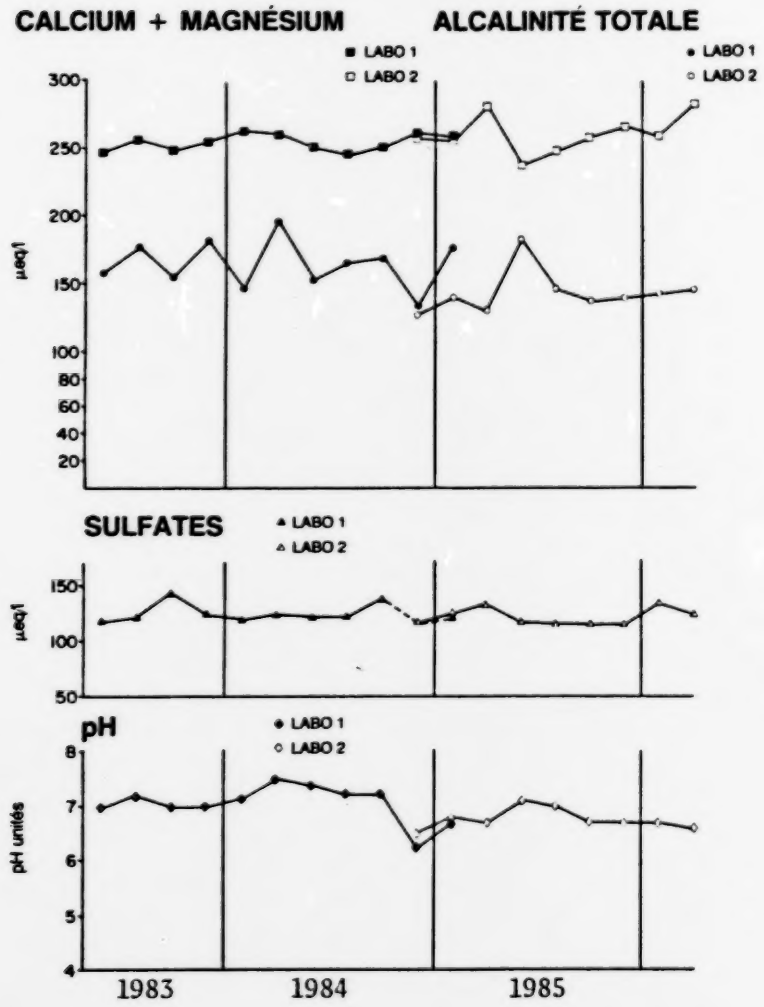

Figure 1: Evolution temporelle des données au Lac Chevreuil

LAC CHÔMEUR, STATION TEMPORELLE, RÉGION 3

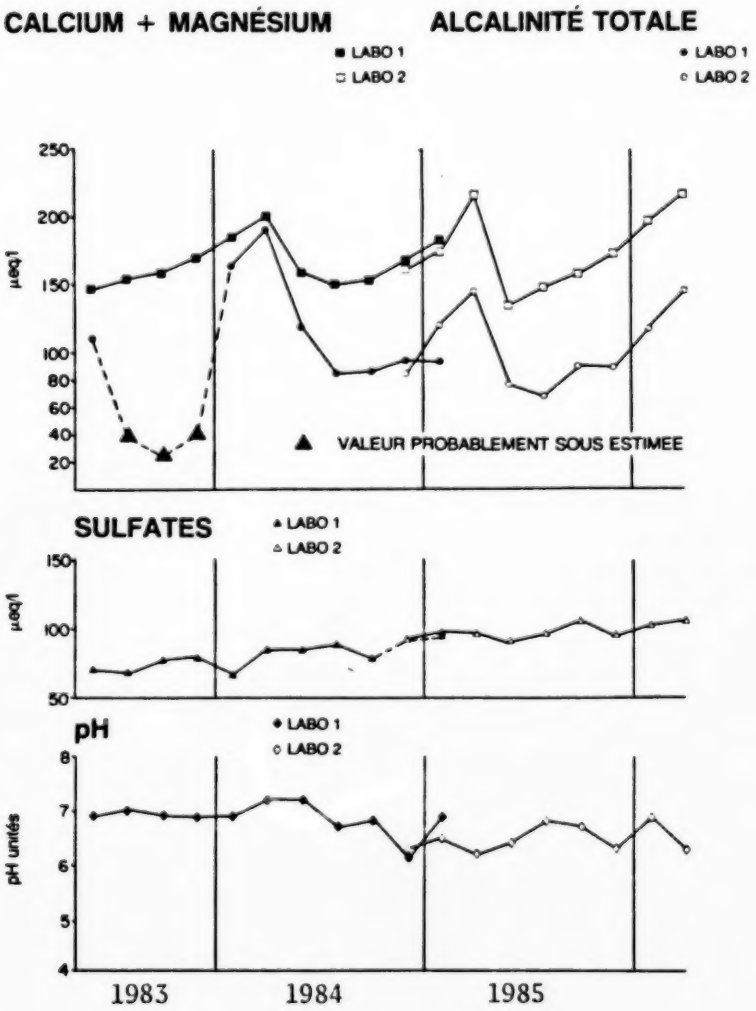

Figure 2: Evolution temporelle des données au Lac Chômeur

LAC BONNEVILLE, STATION TEMPORELLE, RÉGION 1

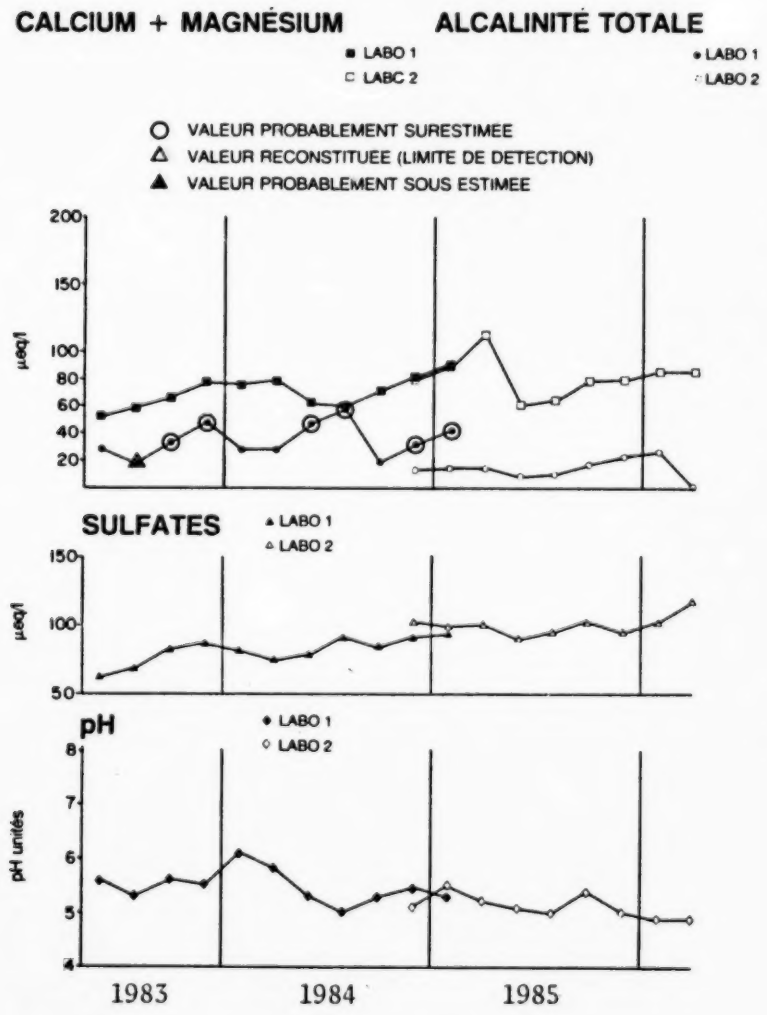

Figure 3: Evolution temporelle des données au Lac Bonneville